ANTONINO DRAGO, GERARDO TORALDO (*)

Il dualismo discreto – continuo nella storia delle teorie matematiche della guerra

1. Una comunicazione a un precedente convegno (1) ha sostenuto che il rapporto fra matematica e fisica è una variabile determinante per la formazione e l'evoluzione delle teorie fisiche e che una delle difficoltà per riflettere sul rapporto fra matematica e fisica è la mancanza di paragoni possibili, cioè il fatto che in nessun'altra scienza sembra che si sia stretto un rapporto così profondo e così potente. Si può sottolineare l'esempio rimarchevole dell'economia; nonostante la gran mole di contributi matematici accumulati e la grande varietà di formalizzazioni, nessuna di queste appare decisiva o particolarmente profonda (2). In realtà, esiste un preciso campo di fenomeni sociali nel quale in questo secolo è stato introdotto il formalismo matematico con dei risultati molto interessanti: il conflitto bellico. *Prima facie* la natura conflittuale di fenomeni bellici sembra impedire una loro formalizzazione matematica, sia perché sono fenomeni istintivi (cioè irrazionali) e di massa (cioè poco intellettualizzati), sia perché la matematica procede sempre per deduzioni lineari, senza alternative possibili, tutto il contrario dei conflitti. E invece nel Novecento i conflitti hanno dato luogo a molte formalizzazioni matematiche e il campo di ricerca è in pieno sviluppo.

Questa comunicazione le passerà in rapida rassegna allo scopo di evidenziare il dualismo discreto–continuo delle varie formalizzazioni, dualismo che ha già suscitato riflessioni autorevoli (3) e che può suggerire notevoli confronti con il ruolo della matematica in fisica.

2. La storia delle formalizzazioni comincia con quella, tipicamente basata sul continuo, di L. F. Richardson (1881–1953), un fisico inglese che fu motivato a ricercare una matematica dei fenomeni bellici dalla sua religione quacchera e dal suo servizio di infermiere durante la 1ª guerra mondiale (4).

(*) A. Drago, Istituto di Fisica teorica, Università di Napoli; G. Toraldo, Dottorato di Ricerca in Matematica applicata e Informatica, Università di Napoli.

(1) A. Drago, «Il rapporto matematica e fisica», *Atti IV Congresso Nazionale di Storia della Fisica*, Como 1983, 138.

(2) J.R. Newman, *The World of Mathematics*, Simon and Shuster, 1956, 1200; W. Hildenbrand, «The Role of Mathematics in Economics», in L. J. Cohen et al., *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, VI, North-Holland, 1982, 63-76.

(3) A. Rapoport, «On Richardson's Mathematical Theory of War», *J. Conflict Resolution*, *1*, 1957, 55-103.

(4) Purtroppo Richardson non figura nel *Dictionary of Scientific Biographies*. Qualche notizia viene data da J. R. Newman, *The World..., cit.*, 1238.

Il contributo principale di Richardson, pubblicato nel 1919, è stato l'uso di un sistema quadratico di equazioni differenziali; la sua ipotesi basilare è che l'incremento nel tempo degli armamenti di una nazione dipende linearmente dalla quantità degli armamenti della sua avversaria. In generale si ha

$$\frac{dx}{dt} = ky - ax + g \quad \frac{dy}{dt} = lx - by + h$$

dove x e y sono due variabili che indicano l'entità degli armamenti delle nazioni contendenti (numero di testate atomiche, potenziale distruttivo dell'arsenale, valore venale dell'arsenale, ecc....) e dove i coefficienti a e b sono intesi come fattori sociali che frenano il processo di sviluppo degli armamenti, mentre g ed h sono valori morali e ideali che agiscono indipendentemente dal livello degli armemanti. Le soluzioni delle equazioni differenziali sono in generale degli esponenziali che tendono asintoticamente a dei limiti.

Molti fenomeni sono rappresentabili analogamente: l'evoluzione del livello delle armi, la cooperazione, il disarmo, l'atteggiamento bellico della gente, ecc.

Richardson sviluppò la sua teoria matematica dei conflitti in un arco di tempo di oltre 30 anni con sempre ulteriori raffinamenti del modello e considerazioni spesso nate sotto la spinta della realtà storico-politica che egli si trovò a vivere. Così il processo di riarmo (verificatosi in Europa negli anni trenta, dopo una fase di sostanziale non riarmo seguita alla 1ª guerra mondiale) suggerì a Richardson alcune considerazioni (5) sul fatto che il mutuo disarmo di due avversari non è sufficiente a mantenere la pace in maniera permanente se non è accompagnato da condizioni di reciproca fiducia e soddisfazione. Un ulteriore affinamento operato da Richardson (6) consiste nell'intendere per x e y la somma di più fattori sociali, positivi (ad es. spese per armi) o negativi (scambi commerciali). Richardson ha rivolto particolare interesse all'individuazione dei fattori e delle unità di misura che si prestano a sintetizzare i rapporti tra le due nazioni (o gruppi di nazioni); il modello, applicato alla corsa agli armamenti del periodo 1904-1914, si è mostrato molto aderente alla realtà. Lo stesso è risultato dal modello della corsa agli armamenti nel periodo 1935-1939 e nel periodo 1948-1960, pur se con opportuni adeguamenti dei parametri e delle unità di misura (7).

Infine, nei lavori di Richardson vengono svolte interessanti considerazioni circa la stabilità del punto di equilibrio della corsa agli armamenti (punto d'incrocio delle rette ottenute dalle equazioni differenziali quando si annullino le derivate) e la sua dipendenza dalle costanti (8).

---

(5) L. F. RICHARDSON, *Mathematical Psychology of War*, Londra 1919.
(6) L. F. RICHARDSON, « The Arms Race of 1909-13 », *Nature*, *142*, 1938.
(7) Le opere principali di questo periodo sono: L. F. RICHARDSON, « Generalized Foreign Policy », *Brit. J. Psych.*, Monograph Suppl., *23*, 1939; « War Moods », *Psychometrika*, *13*, 1948, 147 e 197; « War and Eugenics », *Eugenics Rev.*, *42*, 1950, 25.
(8) A. RAPOPORT, « On Richardson's... », *cit.*

3. Una variazione notevole è quella proposta da Kaye (1952) (9) e poi ripresa da Zane (1982) (10). Qui si calcola lo spostamento del punto d'equilibrio quando ci sono cambiamenti (dovuti ad es. ad un avanzamento tecnologico nella corsa agli armamenti) discreti nei parametri definenti le rette. Quindi la matematica è del continuo, ma vengono calcolate le conseguenze di variazioni discrete. Le sue equazioni sono le seguenti:

$$X_0 \geqq mY + \frac{X}{s} \qquad Y_0 \geqq nX + \frac{Y}{t}$$

dove l'equilibrio è ottenuto se X_0 e Y_0 sono maggiori o uguali rispettivamente di quantità che dipendono da parametri legati al potenziale bellico dell'avversario (nel caso che X e Y siano missili nucleari, s ed t possono essere la vulnerabilità, m e n la loro capacità distruttiva, X_0 e Y_0 il numero minimo di missili che ogni nazione vuole che sopravvivano ad un attacco avversario). I risultati dei calcoli sono esatti quantitativamente, però in dipendenza della valutazione esatta delle variazioni dei parametri, la quale invece è sempre molto incerta. In conclusione, questa formalizzazione rinuncia a priori a seguire il fenomeno nelle sue variazioni infinitesime, e in definitiva anche a delle valutazioni esatte; però è molto efficace per dare valutazioni sostanzialmente valide di fenomeni molto complessi e articolati.

4. La teoria delle catastrofi è una parte del calcolo differenziale e della geometria; è stata sviluppata per dare conto delle discontinuità di fenomeni causate da piccole variazioni di variabili continue. Essa classifica (sotto le ipotesi che lo stato osservabile può esistere solo in al più tre modi e dipendere da al più cinque parametri causali) i comportamenti discontinui con cinque catastrofi elementari. Queste ultime vengono rappresentate con delle superfici particolari sulle quali si possono seguire diversi cammini che possono essere interpretati come particolari comportamenti, determinati dai parametri definenti la superfice stessa.

Se si considerano gli atteggiamenti dei cittadini come classificabili con «falchi» e «colombe», allora il passaggio da pace a guerra (o viceversa) può essere rappresentato dalla cuspide, con i parametri di controllo a = minaccia di guerra e b = costo della guerra. Se invece si considera un terzo atteggiamento dei cittadini, quello «compromissorio», allora si usa la farfalla, con parametri di controllo a e b come in precedenza, c = invulnerabilità e d = tempo (11).

Si possono descrivere abbastanza dettagliatamente situazioni cruciali, come la prima e seconda guerra mondiale, usando sempre le due catastrofi elementari di sopra; nel caso della farfalla la variabile di comportamento x è la violenza internazionale (pace-guerra) mentre le variabili di controllo sono: a_1 = do-

(9) G. D. Kaye, *Air Force College J.*, Toronto 1962, 81-89; G. D. Kaye e G. R. Lindsay, *Nature*, *227*, 1970, 696-697; A. Legault e G. Lindsay, *The Dynamics of Nuclear Balance*, Cornell University Press, 1976.

(10) L. Zane, «Simple Model of Nuclear Arms Race», *Am. J. Phys.*, *50*, 1982, 125.

(11) E. C. Zeeman, *Catastrophe Theory, Selected Papers, 1972-77*, Addison Wesley, 1977.

mande insoddisfacibili del sistema nazionale, a_2 = possibilità di coalizzarsi, a_3 = potenziale di violenza, a_4 = tempo di risposta (12).

5. Una formalizzazione discreta che però utilizza il continuo è quella statistica.

Anche qui Richardson è stato il pioniere studiando la frequenza delle guerre dal XVI secolo al 1945 (13). I conflitti sono stati divisi per grandezza (intendendo per grandezza il log a base 10 del numero di morti che il conflitto ha causato). Il risultato più interessante del lavoro di Richardson riguarda la distribuzione delle guerre nel tempo; considerando il numero «y» di anni con «x» scoppi di guerre ($x = 0, 1, 2, n...$) si nota che gli y sono pressocché concordi con gli Y calcolati secondo la formula della distribuzione di Poisson

$$Y = \frac{N\lambda^x}{e^\lambda x!}$$

con λ numero medio di guerre scoppiate in un anno e N numero intero degli anni. È interessante osservare che la regolarità della distribuzione dei conflitti nel tempo si ritrova quando si esamina l'insieme dei conflitti intesi nel senso più generale possibile.

6. Un'ulteriore e ben più profonda formalizzazione è quella della teoria dei giochi (che in realtà dovrebbe essere chiamata teoria dei conflitti). Sin dalla sua nascita (Borel 1927, von Neumann 1928, ecc.) essa è stata applicata a una miriade di situazioni belliche. Il suo concetto basilare è una matrice (il più delle volte; altrimenti, una funzione) dei pagamenti in corrispondenza alle possibili strategie perseguibili dai due avversari. La teoria cerca, e spesso trova, le condizioni sotto le quali è possibile trovare una strategia ottimale calcolabile mediante tecniche matematiche, sostanzialmente di programmazione lineare.

Un'applicazione particolarmente interessante è quella fatta da A. Rapoport nel 1960. Il gioco del dilemma del prigioniero (14) dà luogo a un paradosso nella razionalità delle scelte delle strategie. Rapoport l'ha applicato alla corsa agli armamenti rimarcando un conflitto fra due razionalità diverse, individuale e cooperativa (15).

Si supponga che due potenze avversarie giustifichino il mantenimento del proprio potenziale nucleare solo in termini di deterrenza; se esistono le sole

(12) R. T. Holt, B. L. Job, L. Markus, «Catastrophe Theory and the Study of War», *J. Confl. Res.*, *22*, 1978, 171-208; R. T. Holt, «Catastrophe Theory and the Origin of WW I and II», in R. Aris (*ed.*), *Catastrophes and other Important Matter*, Dept. Chem. Eng. Univ. Minnesota, 1977, 11-40.

(13) L. F. Richardson, *Statistics of Deadly Quarrels*, Boxwood, 1960; Q. Wright; *The Study of International Relations*, Appleton-Century-Croft, 1955; J. D. Singer, D. Small, *The Wages of War: 1816-1965. A Statistical Handbook*, Wiley, 1972.

(14) La esposizione e discussione migliore è quella di R. Luce, H. Raiffa, *Games and Decisions*, Wiley, 1957. Un'ampia discussione moderna è quella di H. Murmi, «Ways out of the Prisoner's Dilemma», *Quality and Quantity*, *11*, 1977, 135-165.

(15) A. Rapoport, in C. Schaerf, F. Barnaby (*eds.*), *Disarmament and Arms Control*, Gordon Breach, 1972, 253-272.

possibili alternative di ridurre o accrescere il proprio arsenale nucleare, per ciascuna potenza le eventualità che si presentano sono, in ordine di gradimento: 1) che essa accresca il proprio arsenale mentre l'avversario lo riduce; 2) che essa riduca il proprio arsenale al pari dell'avversario; 3) che essa accresca il proprio arsenale mentre l'avversario lo accresce; 4) che essa riduca il proprio arsenale mentre l'avversario lo accresce. La situazione è schematizzabile con la matrice dei pagamenti di Fig. 1 (C_i disarmo, D_i riarmo per il contendente i-esimo; $i = 1, 2$). Il risultato migliore è (D_1, D_2) (perché ognuna di esse domina l'altra), che però si vede banalmente essere meno conveniente della soluzione (C_1, C_2), dettata da una razionalità cooperativa.

	C_2	D_2
C_1	1, 1	−10, 10
D_1	10, −10	−1, −1

Fig. 1

Inoltre in una precedente comunicazione (16) il gioco della fede di Brams (1979) (17) è applicato ai rapporti di deterrenza nucleare, paradosso delle razionalità difensive; in questo caso la matrice dei pagamenti è riportata in Fig. 2 e la soluzione razionale (B, D) è paradossale in quanto per entrambi i giocatori la soluzione (A, C) risulta preferibile.

	C	D
A	3, 4	1, 1
B	4, 2	2, 3

Fig. 2

Considerazioni. Abbiamo considerato una serie di formalizzazioni matematiche dei fenomeni bellici. Sia pure con minori o maggiori capacità di estensione e sviluppo, esse risultano tutte sostanzialmente adeguate, nel senso che i loro risultati non sono irragionevoli e il loro metodo, anche se discutibile, non può essere radicalmente negato (18).

Un primo aspetto molto interessante è che tutte queste formalizzazioni sono sorte indipendentemente dalla teoria fisica, cioè né come sua applicazione, né come estensione delle sue tecniche matematiche. Allora il rapporto matematica–guerra è un buon termine di paragone con il rapporto matematica–fisica e può dare luogo a interessanti paralleli o a individuare differenze significative.

Un secondo aspetto ancor più interessante è che tutte queste formalizzazioni coprono molti campi della matematica, certamente di più di quelli coperti ad es. dalla fisica classica. Ed è notevole che, a differenza della fisica teorica, qui esistano sin dall'inizio due tipi di formalizzazione, continua e discreta, senza che la prima domini nettamente sull'altra. Anzi qui esse interferiscono (nel caso di Zane, nell'approccio statistico e nella teoria dei giochi differenziali e probabilistici).

---

(16) U. Avagliano, A. Drago, M. C. Marino, « I rapporti di deterrenza nucleare espressi mediante un gioco paradossale », *Atti IV Congresso..., cit.*, 276.

(17) J. S. Brams, « Belief in God: A Game Theoretic Paradox », *Int. J. Phil. Rel.*, *13*, 1982, 121–129; « Omniscience and Omnipotence: How the May Help – or Hurt – in a Game », *Inquiry*, *2*, 1982.

(18) H. Sussman, R. S. Zahler, « Catastrophe Theory as Applied to Social and Biological Sciences. A Critique », *Synthese*, *37*, 1978, 117-216.

L'ampia pluralità di rapporti possibili, tra matematica e fenomeni bellici, stimola a riflettere su che cosa comporti lo scegliere una particolare formalizzazione matematica. Questa pluralità di formalizzazioni ha già suggerito una profonda riflessione, fondata sull'evoluzione del rapporto matematica-scienza, dall'origine a oggi (19). Rapoport appunto dice che

dietro le tecniche c'è un preciso e complesso orientamento metafisico. È molto importante notare che questo orientamento [di Richardson, cioè l'usare l'analisi], anche nell'ambito dell'approccio matematico, non è l'unico possibile [...].

Il modo di vedere le cose che porta un ricercatore a usare l'analisi classica rappresenta tutti gli eventi come se questi fossero inseriti in qualche tipo di continuum [...]. Quindi, in qualsiasi momento, non si ha solo lo « stato del mondo », ma anche l'andamento delle loro variazioni. Come logica conseguenza, si pensa che queste coordinate e le loro derivate siano legate da relazioni matematiche. Il compito del ricercatore è quello di scoprire queste relazioni: una volta che esse siano scoperte, si può dedurre teoricamente il corso degli eventi; ovvero le ennuple che rappresentano gli eventi diventano funzioni note del tempo; e perciò, semplicemente « guardando l'orologio », il ricercatore [...] è in grado di prevedere « lo stato del mondo ». Questa è l'essenza del determinismo fisico-matematico.

Rapoport esprime notevoli perplessità che esso sia applicabile ai fenomeni legati al comportamento umano. Il suo sospetto è che l'analisi classica (così come l'ha usata Richardson) sia troppo formale, al punto da risultare sterile. A questo proposito Rapoport propone un esempio, tratto dalla passata storia della scienza: nel 1600 la geometria euclidea era evoluta ai maggiori livelli, sia nella tecnica delle dimostrazioni, sia nell'organizzazione teorica, sia nella moltitudine dei teoremi, sia nella sofisticazione delle costruzioni con riga e compasso. Eppure non era applicabile ai fenomeni fisici e Galilei con essa poté ricavare molto poco. Se un analogo limite esistesse anche per l'analisi rispetto ai fenomeni bellici, esso sarebbe insormontabile, perché limite strutturale (e non tecnico, tipo quelli di riuscire a risolvere le equazioni differenziali più difficili). D'altra parte si noti che questo limite non è dimostrabile; può essere solo acquisito come dato conclusivo di una grande quantità di tentativi.

Si osservi comunque, dice Rapoport, che c'è una nuova scienza: la teoria dei giochi.

La teoria dei giochi non tratta con enti che sono normali grandezze fisiche o con relazioni funzionali tra esse. Gli enti fondamentali della teoria dei giochi sono insiemi. Le asserzioni della teoria, si noti, non sono equazioni, ma enunciati di esistenza. Questi sono in qualche modo più vicini alle *scelte* e alle *decisioni* che alle relazioni funzionali continue dell'analisi classica. [...] Quel che c'è nella teoria dei giochi, e manca del tutto nell'analisi classica, è la considerazione delle potenzialità, piuttosto che delle cause e degli effetti che si verificano meccanicamente.

(19) A. Rapoport, « On Richardson's... », *cit.*, 99.

Egli porta come paragone lo studio delle partite a scacchi così come potrebbe farlo un marziano e così come lo fa invece un giocatore addestrato. E conclude

> Forse la reale natura degli eventi umani su larga scala si colloca fra il determinismo fisico e la scelta consapevole basata sulla valutazione delle potenzialità. Se questo è vero, allora i risultati della TdG e i sistemi di equazione differenziali sono i due poli opposti fra i quali è compreso il metodo teorico (ancora sconosciuto) adatto a studiare il comportamento umano.

Il che può essere una indicazione valida per tutta la scienza in generale; lo si potrà verificare accumulando nuove formalizzazioni matematiche della realtà e comparandole tra loro con un continuo studio del rapporto matematica-realtà.

Ora notiamo, in più, che ogni formalizzazione della guerra differisce da una altra in quanto, del fenomeno, coglie aspetti diversi, sia come concetti fondamentali (v. ad es. i concetti corrispondenti ai parametri delle equazioni di Richardson e il concetto di strategia della teoria dei giochi) sia come principi fondamentali (nelle equazioni di Richardson: la scomponibilità del processo evolutivo in gradi infinitesimi; il principio del minimax, nella teoria dei giochi). Questa diversità nei concetti e nei principi è analoga a quella che esiste anche in fisica, fra la meccanica e la termodinamica. La prima si fonda su coordinate spazio-temporali e grandezze fisiche puntuali, mentre la seconda ha solo concetti globali e sintetici di un dato sistema. Riguardo ai principi, la meccanica newtoniana fa della continuità e della differenziabilità delle grandezze il vero principio fondamentale della teoria; mentre la seconda è nata e mantiene una sua autonomia con la ricerca di un massimo sull'efficienza delle macchine termiche.

Inoltre, si noti che in fisica noi siamo abituati a pensare l'analisi infinitesimale come la tecnica matematica « progressiva » per la teoria fisica, al punto tale che le teorie, come la termodinamica e la chimica classica, che hanno usato quattro operazioni o poco più, vengono considerate solo come stadi primordiali di teorie successive. In realtà, la termodinamica e la chimica classica nacquero dopo la meccanica newtoniana, deliberatamente scartando la sua matematica (20).

A ciò si ribatte che, comunque, queste due teorie sono state incluse in formalismi più potenti, generalizzanti la meccanica newtoniana. In realtà ciò è discutibile. E, rivolgendosi alle formalizzazioni matematiche dei fenomeni bellici, nulla fa prevedere che il discreto della teoria dei giochi verrà incluso in equazioni differenziali. Anzi, è proprio Rapoport a suggerire la superiorità della teoria dei giochi sulle equazioni di Richardson.

Se questo fosse il caso, allora nella storia della scienza il progresso teorico non conseguirebbe inevitabilmente dal progresso nella potenza degli strumenti matematici; ma piuttosto si potrebbe dare un progresso teorico solo all'inter-

(20) A. Drago, « Sadi Carnot e la nascita di una nuova scienza », *Atti III Congresso Nazionale di Storia della Fisica*, 1982, 460-465; « Aspetti della storia del rapporto chimica-matematica », Comunicazione al I Congresso Nazionale di Storia della Chimica, Torino 1985.

no di una particolare formalizzazione matematica (ad es. discreta o continua). In altri termini, anche ammettendo che la matematica sia cumulativa nel tempo, il progresso delle teorie matematiche della realtà non sarebbe unico.

Aggiungiamo infine che un altro aspetto a favore della teoria dei giochi è la capacità di esprimere conflitti di razionalità mediante giochi paradossali. Anche in fisica sono noti dei paradossi (dei gemelli in relatività, della misura in meccanica quantistica, di Olbers, ecc.) ma qui essi sono presentati come semplice discrepanza tra dato sensibile e risultato razionale, oppure tra dato sperimentale certo e risultato formale. Come tali essi vengono dati per risolti o per risolubili mediante o la sconfessione del dato sensibile, perché fallace, o con l'ampliamento del formalismo fino a includere il nuovo dato sperimentale; il tutto all'interno di un cammino progressivo della fisica che sarebbe capace di allontanare tutte le contraddizioni.

Invece in teoria dei giochi il paradosso è esente da dati fallaci.

Le due strategie che danno il paradosso sono ambedue razionali, nel senso che ambedue rispondono a comportamenti giustificabili con la ragione; ma secondo due diverse formalizzazioni, la prima universalistica, che però nel caso considerato non è la migliore, la seconda che dalla matrice del gioco risulta vincente seguendo un ragionamento immediato. Allora resta la possibilità che occorra ampliare il formalismo in uno più ampio che elimini il paradosso; cioè il paradosso sarebbe un artefatto, un'astrazione dovuta all'inadeguatezza della teoria dei giochi nel « formalizzare bene » il fenomeno reale. Ma, al contrario, la realtà non nega la formalizzazione e il fenomeno viene interpretato con suoi aspetti ben concreti che ognuna delle due soluzioni mette in luce: infatti, il fenomeno reale è effettivamente paradossale, in quanto, nella pratica può essere risolto in modi differenti. In definitiva non resta che ammettere un contrasto o un conflitto tra due formalizzazioni diverse, un fatto a cui la usuale filosofia della scienza non ci ha preparati.

In realtà, tornando ai paradossi della fisica, anche lì il dato cosiddetto empirico non è affatto intuitivo e diretto, ma è il risultato di un formalismo razionale, perché è sempre ottenuto mediante un procedimento formale, quanto meno quello composto dalle operazioni di misura. Sotto questa luce anche in fisica si possono ricercare dei paradossi che siano anche conflitti tra formalizzazioni diverse (eventualmente di diversa portata e di diversa complessità e raffinatezza). Un esempio del genere potrebbe essere visto nel contrasto tra il 2º principio della termodinamica (impossibilità del moto perpetuo) e il 1º principio della dinamica (moto rettilineo uniforme come stato, cioè eterno).

Infine, si noti che d'altra parte l'introduzione della matematica costruttiva in fisica ha mostrato la rilevanza di una distinzione più sottile, per la teoria scientifica in genere, di quella tra discreto e continuo: quella tra matematica che usa l'infinito in atto e quella che usa solo l'infinito potenziale.

C'è da pensare che introducendo questa distinzione anche nella teoria matematica dei fenomeni bellici si otterranno degli ulteriori approfondimenti della problematica su esposta.